



مجمع المهندسين الملكيين المصريين

« تأسست في ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكي بتاريخ ١١ ديسمبر سنة ١٩٢٢

صندوق البريد ٧٥١ مصر



﴿ النشرة الثانية للسنة السادسة ﴾

٧٢

محاضرة

﴿ على الحفارات البخارية ﴾

﴿ لحضرة محمد بك نجاتي اباظه ﴾

السكرتير الفني لمدير عام القسم الميكانيكي بوزارة الاشغال

« القيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية »

في ١٨ ديسمبر سنة ١٩٢٥



الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه المصحات من البيان والآراء

---

تنشر الجمعية على أعضائها هذه المصحات للنقد وكل نقد يرسل للجمعية  
يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود  
(شيفي) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000258-ESÉ

00426535

# الحفارات

حفر الانسان الارض باظفاره ثم بشظيه من صخر ثم بالفأس وهي اقدم وسيلة للحفر عند المصريين من غابر الازمان ولقد اثبت التاريخ صلاحيتها لدوام استعمالها قرون عدة غير ان الرقى العمرانى رأى فى الفأس آلة ضئيلة معطلة لانجاز المشروعات الكبيرة فضلا عن الاحتياج الى كثرة الايدي العاملة بها.

وما يقال عن الفأس فى الشرق يقال عن الكريك فى الغرب لما شعر المهندس بتلك العوائق تحايل على التغلب عليها فاخترع. اولاً : فى سنة ١٥٩١ فى انجلترا (الكباشه *Grab or Clamshell*) ثانياً : فى سنة ١٧٨٥ اخترعوا فى تلك البلاد ايضا الكراكة

( *The Endless bucket machine or dredger* )

ثالثاً : ظلت تلك الآلات تشتغل باليد حتى ادخل استعمال البخار فيها سنة ١٨٤٠ بأن اخترعوا الحفارة البخارية ( *Steam Shovel* ) ولقد كان التقدم فى تكوينها على الوجه الاكمل الذى نراه اليوم بطيئاً جداً الى سنة ١٨٧٥ حيث اخرج للناس المستران دتبار وروستن الحفارة البخارية التى تسمى باسميهما

( *Dunbar and Ruston steam Navy* )

احتكر استعمال هذه الحفارات والكباشات والكراكات طائفة المقاولين واصحاب المناجم وشركات الطرق الحديدية فكانوا يستعملونها



على الماء والغبراء مثل حفر الترع والطرق الزراعية والحديدية واعمال  
المين والمرافى وفي المحاجر والمناجم المكشوفة كمناجم الحديد والصاب  
كل ذلك ما كان ليقف بالانسان عند هذا الحد حيث وجد أن  
الحاجة لم تنزل ماسة لآلة تحفر اوطأ من مستواها فانبرى المستر بييج  
*Mr. J. W. Page* الأمريكى .

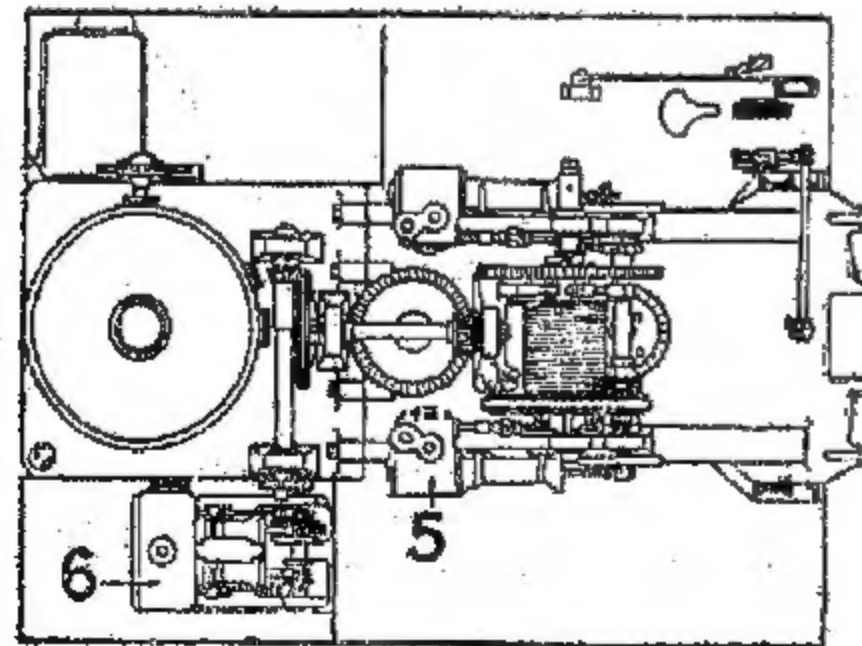
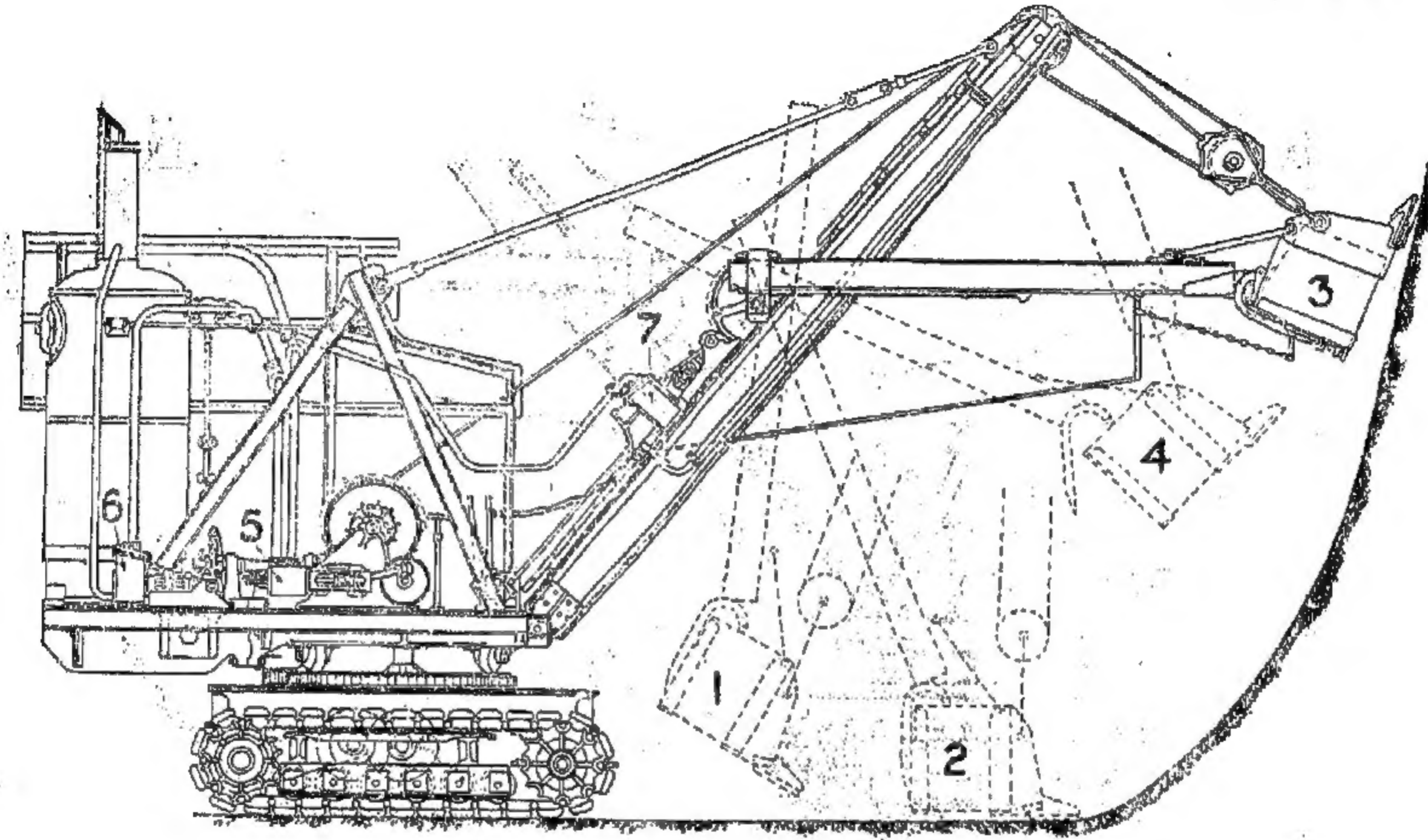
رابعا : واخترع تلك الآلة المسماة ( الحفار الدلوى *Dragline* )  
فى سنة ١٩٠٤ كان هذا الاختراع يا حضرات السادة نصير  
مؤزر ونور سطع فى آفاق الارض فأضاء لاصحاب المعامل طرق  
تنويع والتكميل فيها وكان الحفار الدلوى العامل الاكبر فى حفر الترع  
وتطهيرها والمصارف وتعميقها والخنادق وتوسيعها تلك هي الآلة  
أيها السادة التى صرفت شهرا فى ( معامل *Ruston* ) فى بلاد الانجلىز  
اشتغل فيها وستكون موضوع خطابى القادم ان شاء الله .

تلك الآلة أيها السادة هي التى ستغنى مهندس المركز عن محاولات  
المقاولين ومطاولاتهم ( وانى استميج حضرات المقاولين عذراً ) فانها  
فى الحقيقة هي التى ستغنيهم عن كلفة البحث عن الانفار وتحويلاتهم  
وقلة وجودهم وتحمل كذبهم وغشهم .

لقد آن لنا أيها السادة ان يفهم ذوو الشأن من المهندسين والمقاولين  
أن القديم الفاسد لا بد ان يقبر توسيعا للحديث النافع .

ذكرت ليكم الآن اربع انواع من الحفارات وحيث انه يوجد  
اكثر من ذلك وان المقام ضيق فموعدنا الفرصة الثانية ان رأيتم فى

(ش ۱)





تملك المحاضرة من الفائدة ما يدعو لانعام البحث في هذا الموضوع ؛  
وانى اذكر لكم ان اساس العمل فى الاربعة منماثل فلذلك سأشرح  
لكم وظائف الاجزاء الرئيسية المشتركة فيها على صورة واحدة ثم أنكم  
عن الفارق فى كل على حدة .

## « تكوين الحفارة »

( شكل ١ )

تتكون الحفارة من اجزاء رئيسية وتلك يتفرع منها آخر والحفارة  
التي ترونها ( شكل ١ ) هى أحدث حفارة انجبارية تدار بالبخار  
واجزاؤها هى :

- ١ ( | ) العرببة
- ٢ ( ) العدد المحركة
- ٣ ( ) مولد القوى
- ٤ ( ) الناتور *Jib*
- ٥ ( ) الذراع
- ٦ ( ) الماعون *Bucket*
- ٧ ( ) الطبله *Drum*
- ٨ ( ) الطبلية
- ٩ ( ) الزحافات *Caterpillars*
- ١٠ ( ) مفاتيح الادارة والفرامل



## « العسيرة »

وأعنى بها المستوى المركب فوق الزحافات وهو يصنع من شبكة قوية جدا من كمرات من الصلب ويعملونه أحيانا من كتلة كبيرة من الصلب المصبوب ليقوم باغراض الحفارات الكبيرة جدا من الوجهة الارتكازية وهي مغطاة بالواح من الحديد المضاع من أعلى لمنع ترحاق العمال أثناء الشغل .

يقوم الناتور على مقدمتها مربوطا بمفصلات من الصلب كما ترى في ( الشكل ١ ) ومشدودا بقوائم لتوزيع الثقل على العربة وتحمل على ظهرها مولد القوى وملحقاته والعدة الكبيرة وأحدى العدين الصغيرتين التي تلفف العربة حول محورها ثم في الوسط ترى الطلبة وفي المقدمة بجوار الناتور نجد مركز السواق حيث توجد مفاتيح الإدارة وفراملها وفوق كل هذه الأجزاء غرفة من الصاج المضاع لتقى العاملين والعدد حر المصيف وقر الشتاء .

أما أسفل العربة فترى الطلبة مثبتة فوق قوام الزحافات وبوسطها عامود المحور الذي تلف على محوره العربة بواسطة عجل أو بكر يجري في قناة الطلبة وينزل من العربة عامودان الأول من العدة الكبيرة وذلك لتسيير الزحافات بواسطة تروس وسلاسل للانتقال والسفر والثاني ينتهي إلى الطلبة تقسما فيلف حولها بواسطة تروس خشبية لللف العربة لالقاء التراب المحفور أو للحفر .



ولها سلم للنزول والصعود لانها ترتفع عادة حوالى الخمسة الى  
العشرة اقدام .

## ٢ « العدد المحركة »

تحمل الحفارة ثلاث عدد واحدة صغيرة على الناتور واثنين على العرببة  
( ١ ) العدد التى على الناتور وظيفتها تحريك الذراع للامام وللخلف  
بواسطة عجله تروس تتعشق مع تروس الذراع المشطى *Rackiug Arm*  
( ٢ ) العدد الرئيسية وهى اكبر من الاثنين وهى فى وسط العرببة  
ولها وظيفتين .

( ١ ) ادارة الطبلية .

( ٢ ) تسيير الحفارة .

( ٣ ) العدد الثالثة وهى تماثل فى الحجم العدد التى فوق الناتور  
ووظيفتها لف العرببة حول محورها لفاً كاملاً طرداً وعكساً بدون عكس  
العدد وقد ركب فى كل عدد ما كس الحركة *Reversing Frictionclutch*  
الذى يغنيها عن عكس الحركة داخل العدد أعنى ان العدد تستمر  
بدائرة فى اتجاه واحد كما يحصل فى الاوتوموبيلات .

## ٣ « مولد القوى »

فى الغالب يكون قزاننا رأسياً حتى لا يأخذ حيزاً كبيراً وتركب  
عليه احدث الاختراعات الخاصة بالقزانات مثل ( محمص البخار



(Super Heater) و (Economiser) الذى يسخن مياه التغذية قبل دخولها القزان بما يفقد من البخار ويبلغ عادة ضغط تشغيل البخار (١٥٠ الى ٢٠٠) رطلا على البوصة المربعة وتستعمل لاعتبارات خاصة ما كينة من ذوات الاحتراق الداخلى بدل البخار اذا كان هناك مبرر لذلك او بطاريات (Accumulators) لادارتها بالكهرباء .  
ولقد وجدوا أن الحاجة ماسة لاستعمال بعض هذه الحفارات فى المناجم والسراديب وقد يحصل الخطر من استعمال الآلة البخارية او الماكينة ذات الاحتراق الداخلى او الكهرباء بسبب الرطوبة فعمدوا الى استعمال الهواء المضغوط الذى ينزل لهم من آلة الضغط من سطح الارض الى حضيض المناجم والسراديب .



من الصلب اصله في الطباه ونهايته في الماعون وتجر الطباه الحمل عند  
ازادة القطع ثم ترسله ارسالا بعد التفريغ ليبدأ عملية الحفر مرة ثانية  
ويلف هو والعربة معاً وقد يركب احياناً على طبلية ليدور نصف  
دورة ولكن ذلك غير متداول الآن الا في الحفارات الصغيرة

## « الذراع »

٥

يبني الذراع من كمره واحدة من الصلب وقد يتخذ من اثنين في  
بعض الاحيان ويركب في حده الاسفل من جهة الناتور مشط ذي  
اسنان ( *Rack* ) أو تروس تتعشق مع تروس العجلة المسننة التي فوق  
الناتور وفي آخر هذا الذراع الماعون الذي يشد الى قمة الناتور بالحبل  
الصلبي ووظيفة هذا الذراع هي :

( ١ ) تقدير سمك او عمق القطع الذي يجب ان تقطعه اسنان

الماعون *Bucket Veeth*

( ٢ ) سحب الماعون بعد اتمام دورة القطع والحفر

( ٣ ) تحديد النقطة التي يفرغ الماعون فيها ناتج الحفر

( ٤ ) تخفيض الماعون للبدء في دورة حفر جديدة

## « الماعون »

٦

## BUCKET

يبني الماعون بالواح من الصلب الطري *Mild Steel* وفي قمة شفة



للقطع مرهوفة واسنان للتمزيق مشطوفة تجدد كلما باييت لانها نقطة  
الاصطدام اما شكل الاسنان فيكون على حسب صلابة التربة التي  
تشتغل فيها فتكون على شكل الازميل اذا كانت التربة ترابا متماسكا  
وللتربة الحجرية الاسنان المدببة او المقطوعة على شكل الماس .  
ويرفع طقم الاسنان وبوضع بدله الشفة المرهوفة اذا كانت التربة  
ترابا هشا أو طينا أو رملا .

والشفة والاسنان يصنعان من الصلب المنجنيز (*Manganese Steel*)  
فهو أقوى انواع الصلب ومن اطرف التصميمات في هذه الحفارة  
باب او قاع الماعون فان المفصلات لم توضع كالعادة في حافة الجانب  
بل ركبت مرتفعة عن القاع بنحو ثمانية او عشرة بوصات .  
وكانت النتيجة انه عند ما يتدلى الماعون للبدء في الحفر ينقل  
من تلقاء نفسه الباب وهناك سقطة في الامام تحفظه مقفلا حتى  
يحين للعامل فتحه فيشد حبالا امامه فيندقق ناتج الحفر منه ( كصخر  
حطه السيل من عل )

ومن مظاهر هذا الماعون قلووظات تصميم زاوية القطع التي  
تحدد مقدار تلك الزاوية بالنسبة للذراع مع الماعون حسب صلابة  
التربة او رخاوتها .



« الطبلية »

٧

DRUM

الطبلية هي عبارة عن اسطوانة غير مربوطة على محورها وترتبط  
بالعدة الكبيرة بواسطة عاكس الحركة ووظيفة هذه الاسطوانة ان  
تلف الحبل عليها اذا أريد رفع الماعون للأعلى يعنى الحفر وترسل  
الحبل اذا أريد تخفيض الماعون للبدء مرة اخرى .

« الطبلية »

٨

هي طارة كبيرة من الظهر مركبة على قوام الزحافات وفي ظهرها  
قناة يجرى فيها عجل او بكر مثبت في قاع العرببة ليحملها ويمكنها مع  
المحور من اللف وقت التفريغ وفي محيط الطبلية من الداخل تتعشق  
مع تروس العجلة المركبة فوق العامود النازل من عدة اللف فاذا دارت  
تلك العجلة داخل الطبلية لفت العرببة وما عليها حول محورها .

« الزحافات »

٩

CATERPILLARS

تتكون الزحافات من القوام وتنزل منه شوكتان في المقدمة  
وشوكة واحدة في المؤخرة وترتكز بمحور على عرائض الزحافات التي  
تحوى عجل التروس المتصلة بالعدة الرئيسية بواسطة سلاسل وفي كل  
زحافة من الاربعة عجلتان من العجل المسنن وبينهما ستة من العجل



او البكر وتحيط بكل هذه سلسلة من الصليب تتعشق مع نروس  
العجلتين المسننتين من داخل السلسلة وأما من الخارج فمركب عليها  
القباقيب المصنوعة من الصليب ايضا ويمكن ان تشتغل كل زحافة  
من الاربعة على حدة وفي اتجاهات معكوسة وقت الدوران او  
الرجوع او التفريغ الخ .

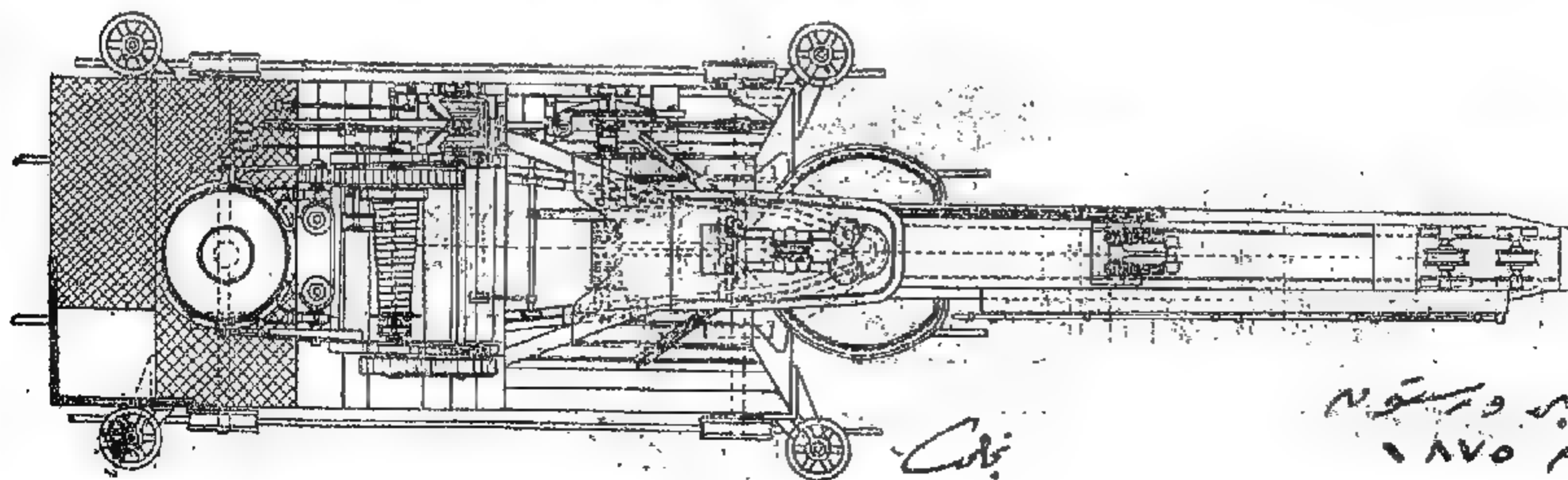
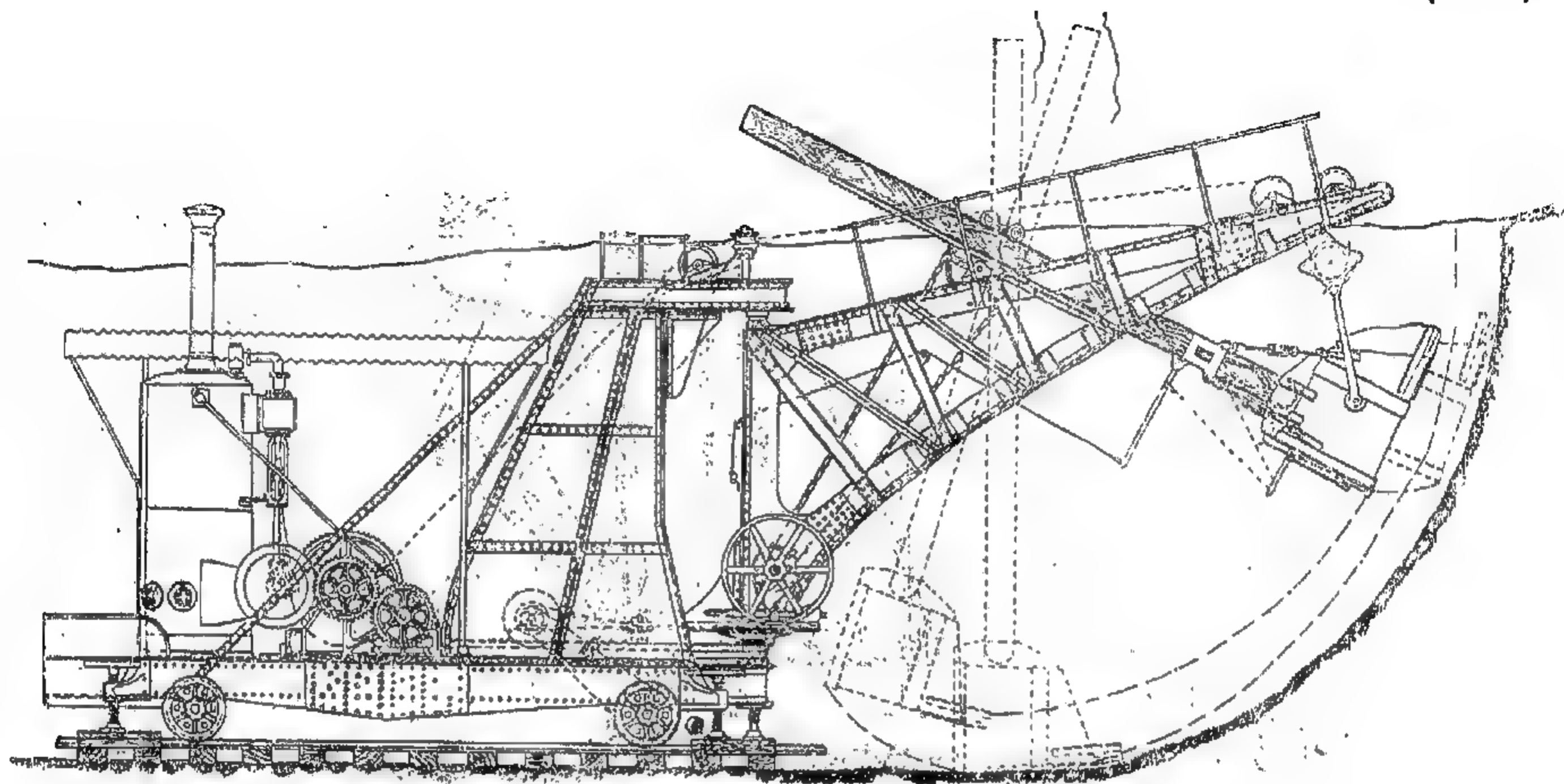
## ١٠ « مفاتيح الادارة والفرامل »

تتجمع مفاتيح الادارة والفرامل امام السواق في مقدمة العربة  
على الشمال ولكثرتها تنقسم الى قسمين الاول يدار باليد والثاني يدار  
بالارجل ذلك لان السواق قد يعمل عمالين او ثلاثة في آن واحد  
لذلك جمعت الفرامل كلها تحت الارجل والفرامل تستعمل بكباسات  
من البخار وايدست بمجرد طريقة الانطباق التي تراها في السيارات،  
ولا بد أن تتوفر في السواق صفتان الذكاء ولاقدام وحن  
التدبير وعدم الشغال البال فان كل هذه الآلات لا تغني شيئا اذا لم  
تدر في اوقانها المناسبة وهي قليل من الثوان في كل قطعة فان تواني  
طرفة عين خرج الماعون قاضيا او ان استعجل لحظة حملته ما للحفارة  
طاقة بقطعه وبالجملة يحتاج السواق الى تدريب طويل وخبرة .

يدخل البخار الاسطوانات بطريقة البلف المغير (*Change-over Valve*)  
فيندفع طول جره التمتع ويحول للعادم عند عودة البستن،  
سوالضائع من البخار تافه جدا لان العدة تشتغل بنزع ثوان كل دورة.



(ش ۲)



حفاظت و تعمیر و استوار  
۱۸۷۵

نجات







( شكل ٢ )

تلك هي الحفارة البخارية التي اخترعها المستران دنبار وروستن في سنة ١٨٧٥ انها تماثل قبة مبنية من الصلب حتى ان بعضهم كان يسميها ( The Tower ) القبة .

ان العناصر الرئيسية الموجودة في احدث الحفارات البخارية الآن كانت موجودة في حفارة - دنبار وروستن - فانه كان بها - الناشر والمكنه كان ينفذ نصف دائرة فقط حيث كان يرتكز على طبليّة ومحور وطبعاً كان ذلك نقطة ضعف لعدم ارتباطه مباشرة بالعربة كما هو الآن ونقطة عجز لعدم تمكنه من اللف دائرة كاملة حتى يتمكن من تفريغ نايج الحفر حيث شئنا ولم تكن عليه عدة بل كانت القوى تنتقل بجزير من العربة الى مشط الذراع .

اما الماعون فكانت مفصلاته مركبة على آخر الجنب فكان انفراج انفتاحه لا يباع زاوية قائمة وذلك معطل للتفريغ .

وأهم منظر حصل فيه التغيير هو عجل السفر والانتقال فانها كانت تنتقل على قضبان من الحديد وفي ذلك من المشاق من انشاء خطوط حديدية الخ ، أما الآن فان الزحافات التي سارها لكم الآن جعلتها دبابّة تدب وتزحف ابن شئنا .

استخدم من هذه الحفارة القديمة خمساً وسبعين حفارة في جفر فمال منش - تر للملاحة ولم يزل بعضها يشتغل في انحاء البلاد هناك ولقد تركت تلك الحفارة اسما خالداً لها .

لقد وصفت لحضراتكم وصفا مجملا وظائف الاعضاء الرئيسية  
واصبح من السهل تتبع شرحي وابداء ملاحظاتي على تفوق تصميم على آخر  
من الانواع الاربعة، الانجليزية والالمانية والامريكانية والطليانية.

### « كيفية شغل الحفارة »

هذا هو شرح دورة نامة من دورات العمل *One Complete cycle of operation* ينخفض الماعون بواسطة فرملة الارجل الى الموضع  
(نمرة ١ شكل نمرة ١) ثم ينزل حتى يوضع على الارض بحيث يكون  
الذراع عموريا على الارض تقريبا (موضع نمرة ٢) شكل نمرة ١  
بيدي السواق مفتاحان الاول يعشق به عاكس حركة الطبلية  
بالعدة الكبيرة فترفع الماعون بواسطة حمل القطع او الرفع والثاني مفتاح  
عاكس حركة عدة الذراع وهنا يظهر حذق السواق إذ يستعمل  
المفتاحين بيديه ما بين جذب ودفع حتى يتسنى الاسنان ان تنشب  
في اديم الارض حسب السمك المطلوب الى ان يصل الماعون الى  
الموضع (نمرة ٣) شكل نمرة ١ وهو مترع بالتراب المحفور بسرعة  
قدمين في الثانية الواحدة في التراب المتماك الذي يكون القطع فيه  
بسمك واحد بعكس الارض الحجرية إذ يضطر السواق الى تحريك  
الذراع للإمام ولايخلف حسب المرونة والصعوبة.

بعد ذلك يترك عاكس حركة الطبلية ويدوس برجله على الفرملة  
لتمسك الطبلية بحبل الماعون ثم يجذب الماعون بواسطة الذراع نحو العدة

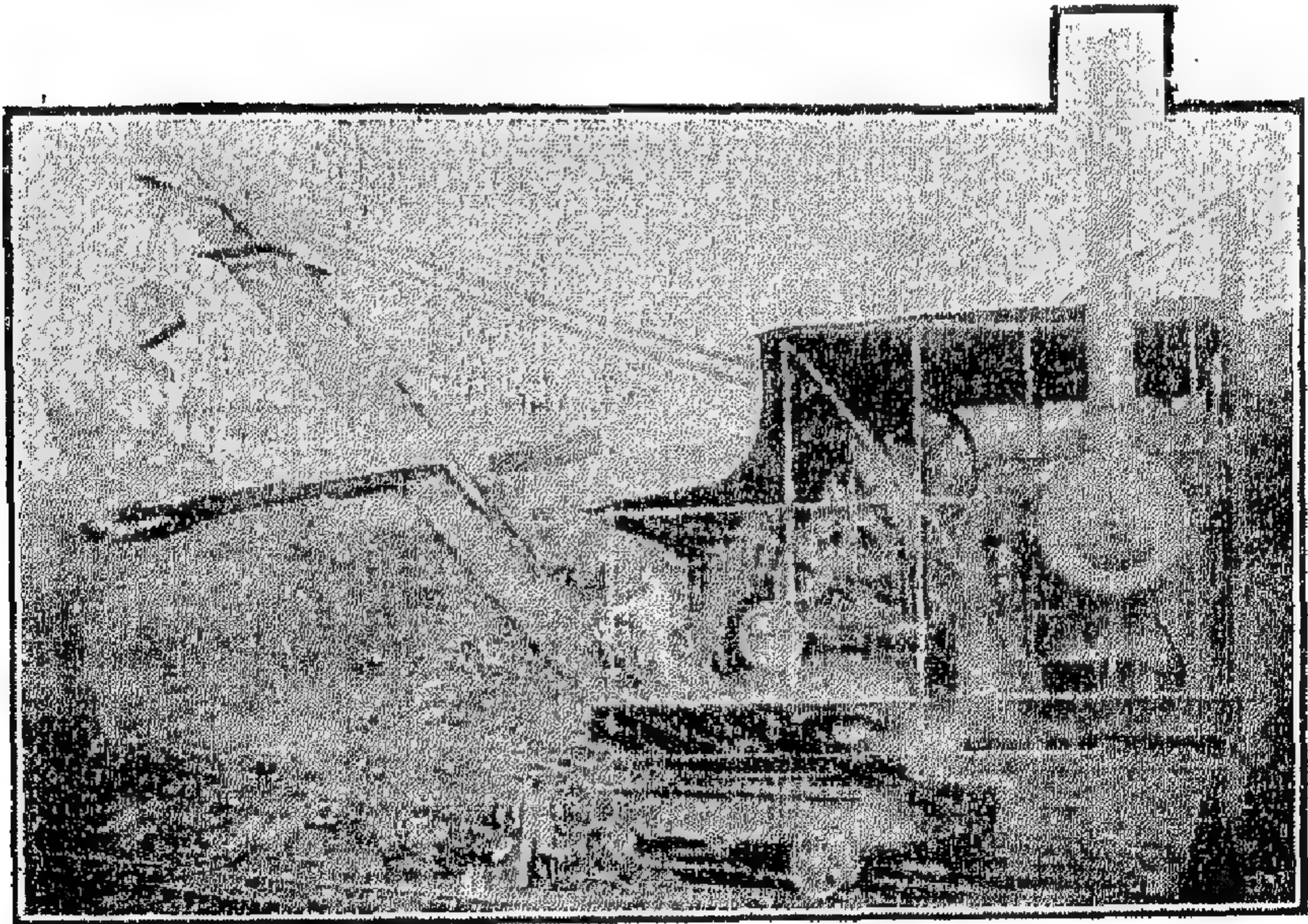


ويوقف عاكس حركة عدة الذراع.

عندئذ يتناول بيده مفتاح عدة اللف فيدير العربة الى موضع رمى التراب فاذا ما بلغه جذب حبل الباب امامه فينفتح ويسقط ناتج الحفر فيما أعد لنقله من عربات ثم تعشق عاكس الحركة فترتد العربة الى مكانها الاول وقد أتمت دورة تامة من ادوار العمل في ظرف عشرين ثانية في الحفارة المتوسطة الحجم وكان يعمل دورة ونصف في الدقيقة الواحدة في الطرز القديم من الحفارات ولكن اصبح السواق الماهر يعمل ثلاث او اربع دورات في الدقيقة في الطرز الحديث في بلاد الانجليز وما يقرب من ذلك في غيرها .

« ملحوظات تكميلية »

( شكل ٣ )





الشكل ( ٣ ) يثل حفارة بخارية من الطراز الذى يمشى على  
الفضبان ويحتاج هذا النوع الى عمال كثيرة ترفع من خلف الحفارة  
الفضبان وتنصبها امامها للانتقال مما يدعوا الى كثرة المصاريف  
باستمرار وضياح الوقت فى الانتقال ويمكن لهذه الحفارة الالف الكامل  
اذا بها طباية الالف وبها قزان كومونيل مما يأخذ حيزاً كبيراً على سطح  
العربة وترى السواق وأمامه المناسيح التى يستعملها وهو واضع رجله  
الىمنى على احدى القرامل ويباغ وزنها ١٢٠ طناً وهى مستعملة فى  
مناجم الحديد وقد رفع جانب الغرفة لترىكم شكل وضع العدد مع بعضها  
( الشكل نمرة ٤ )

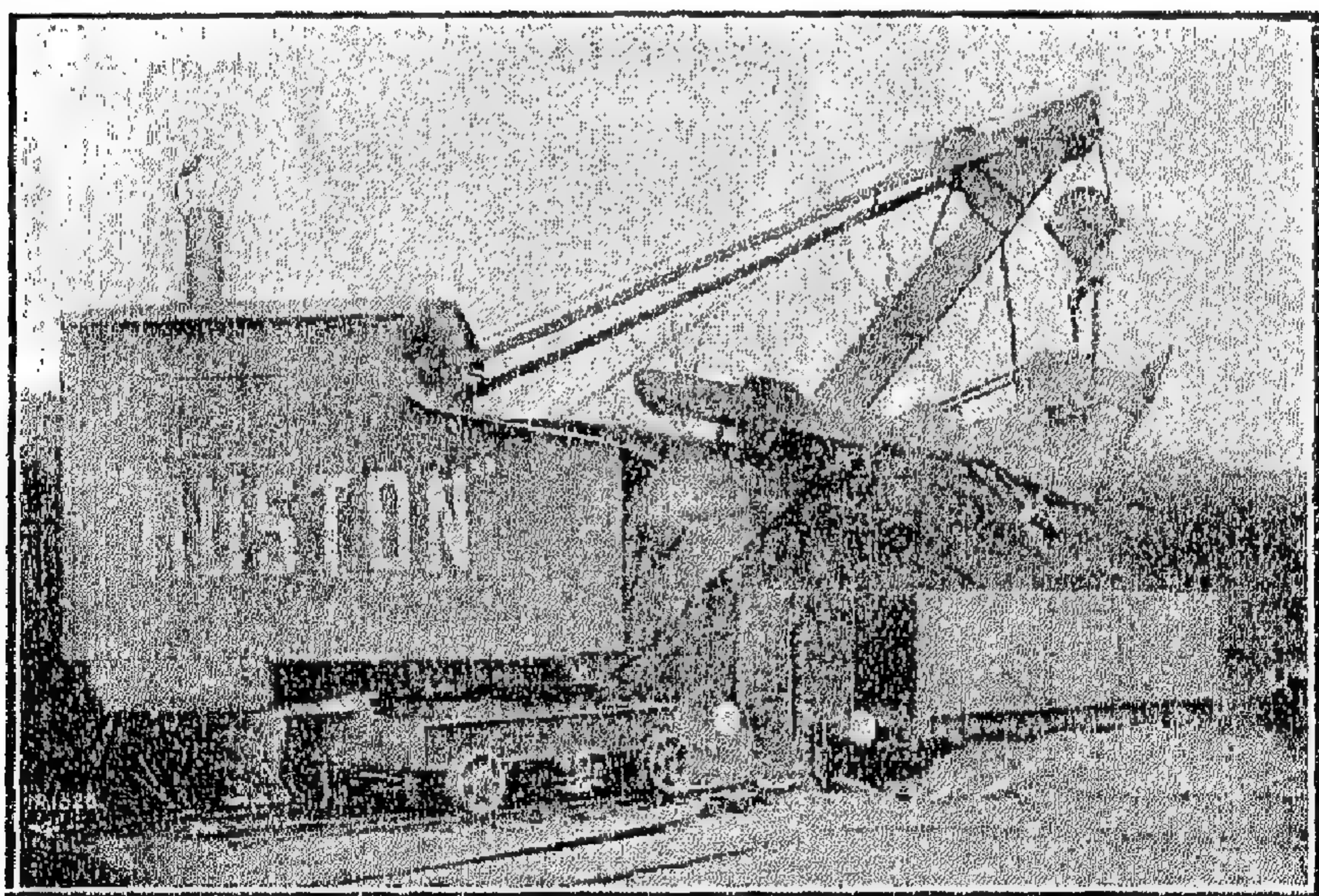


تستعمل هذه الحفارة فى *Frodingham* لاجل الشغل بنوع خاص  
فى احجار الحديد وترى فى الصورة الاحجار التى تحتوى على الحديد  
اما طريقة تكسيرها ليسهل على الحفارة تحميلها فهى تثقب الارض  
بمثقاب يبلغ طوله من سبعة الى عشرة امتار يدار بالهواء المضغوط



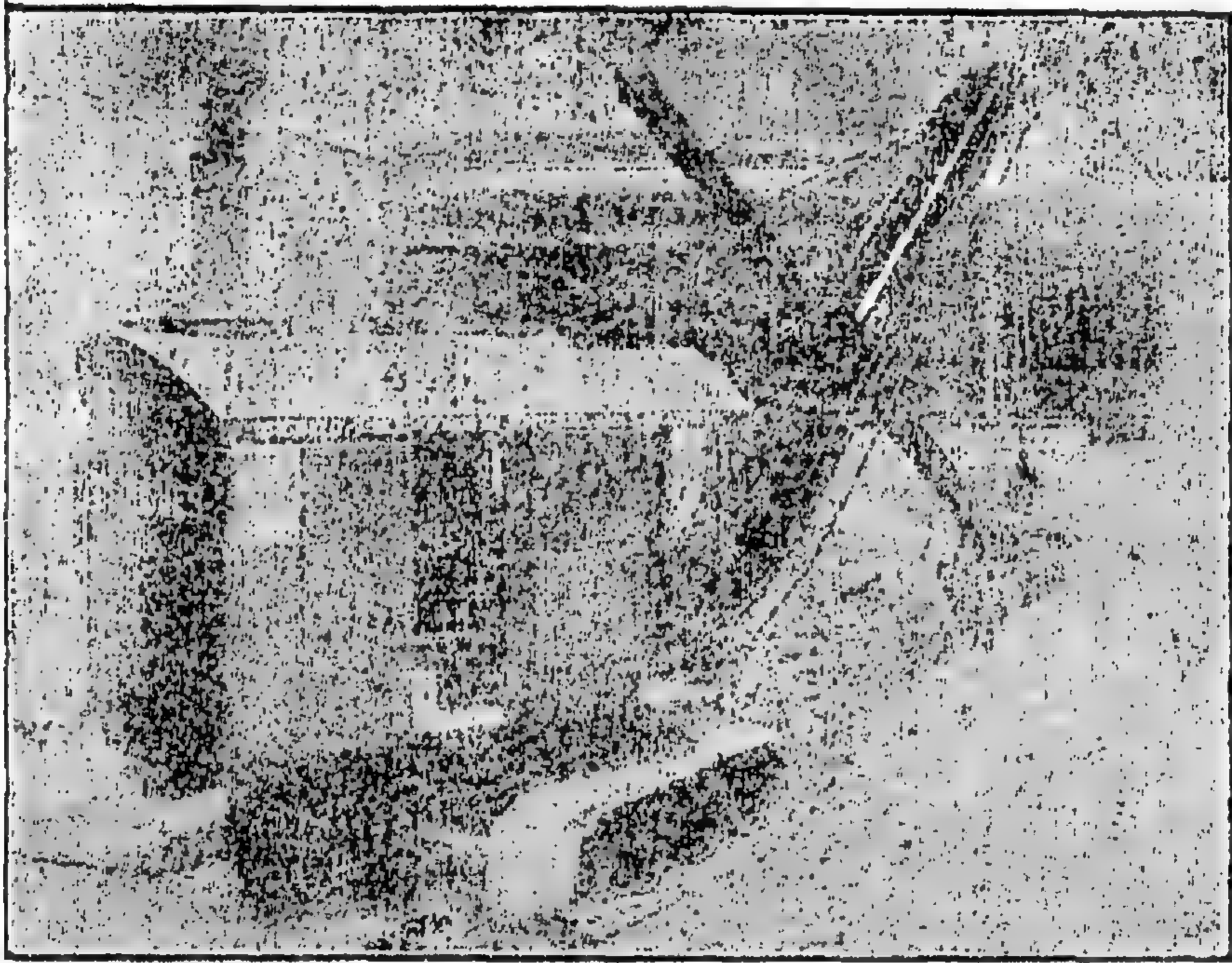
وبعد اخراج المثقاب توضع ماسورة بدله و يسلمط عليها الهواء فتطرد  
التراب الى سطح الارض ثم توضع كرة الديناميت او الالبوبية الممزقة  
*Ripping Amonite* او ساروخ الامان او أى نوع من المفرقات  
فتتمزق جوانب الارض كما ترى فى الصورة نمرة (٤) وعندئذ تشتغل  
الحفارة فتكسره قطعاً كبيرة باسنانها ثم تحملها فى عربات السمكة  
الحديدية التى تراها خلف الحفارة فتأخذها للافران لتذيبه وهى من  
الآلات التى لها زحافات

( الشكل نمرة ٥ )



هذه اول حفارة استعملت فى مناجم الحديد فى فردنجهام وتراها  
من الطراز القديم الذى يمشى على قضبان وبها امتياز واحد على  
مثيلاتها وهو ان اباب الماعون منظم ايمنع سقوط الاحجار منه دفعة

واحدة فينزل بقدر ما يلزم لعربة السكة الحديد كما ترى في الشكل  
ان الباب مفتوح جزء منه فقط  
لهذه الحفارة بالذات الفضل على في وقوفي بينكم ايها السادة اذ  
انى لما رأيته صممت على درسها وكان ما كان مما لا محل لذكره هنا  
( شكل نمرة ٦ )



هذه حفارة أمريكانية تتفق في العناصر الرئيسية مع مثيلاتها  
الانجليزية ويلاحظ عليها ان مولد القوى قزان رأسى اما الماعون فقد  
دفع في التراب كثيرا وسبب ذلك ان طول جرة القطع قصيرة جدا هنا  
فتدفع الماعون بواسطة الذراع حتى ينعيم بالتراب وترفعه بحبل القطع  
قليلا قليلا كلما دفعناه حتى يملأ الماعون عند بلوغه آخر جرة القطع

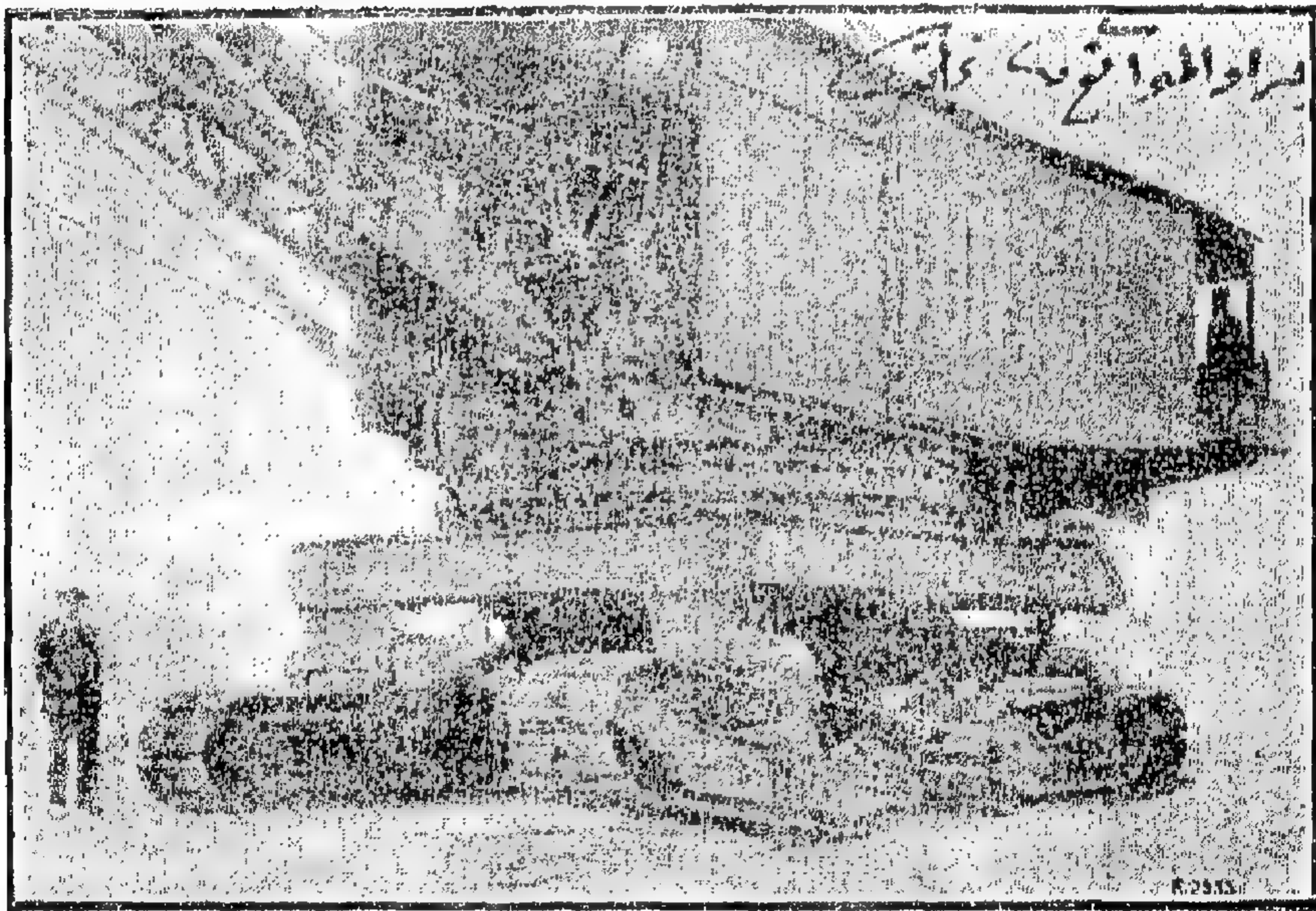


ثم يرفع الى مستوى النفريخ .

وله زحافتان فقط بدل اربعة وهذه تسير الامام او للخلف سيار  
قما على السواق الالف العربيه والسير بها بحيث شاء أما اذا اراد  
التعرج فانه يفرمل الزحافة التي سيدئني نحوها ثم يسير بالاخري فيصل  
الى غرضه .

وترى هنا التروس تدير الذراع واضحة على الناتور .

( شكل نمرة ٧ )



هذه الحفارة التي ملأت شهرتها الا فاق من النجسينات الحديثة  
وكان من حسن حظي انني اشتغلت فيها اثناء وجودي في معامل  
( Ruston & Hornsby ) في لنكوان مع مدير قسم الحفارات المستر  
بارنز ( Mr. W. Barnes M. I. M. E. ) الذي قدم لي كل مساعدة

وشرح بنفسه لى كل شىء احتجت اليه واعطانى نوتا ورسومات  
وصورا ولما الفى محاضرة فى منشستر كنت حينذاك فى يوفل فساشرت  
وسمعتها وكانت تلقى بواسطة السيدا التى انعمت ان انجسح فى اجضار  
شريط ان شاء الله اعرضه تليكم .

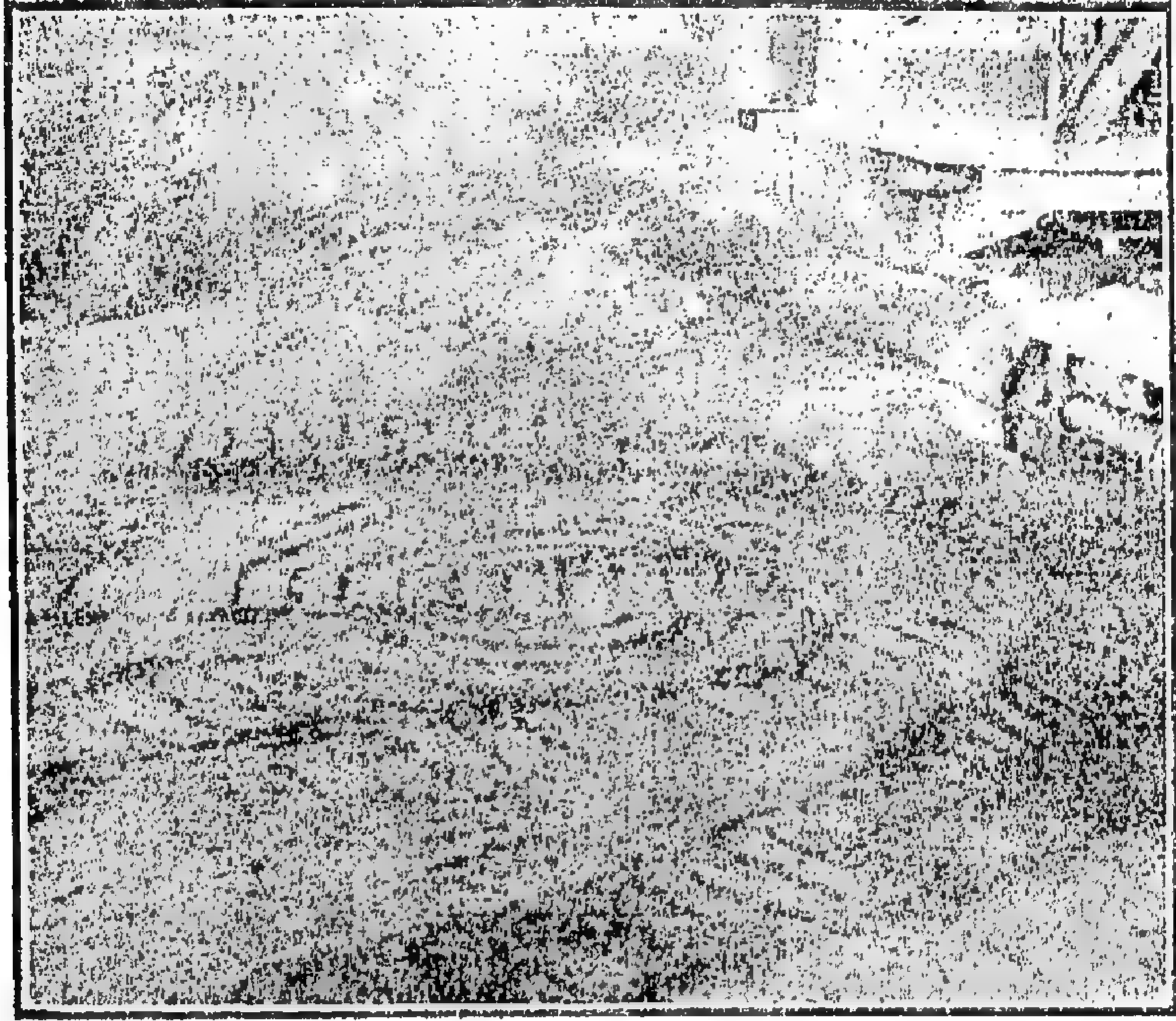
اريد أن الفت نظر حضراتكم الى طريقة السير بهذه الزحافات .  
نرون القوام المكتوب عليه روستن قد اتصل بالزحافات فى ثلاث  
نقط ثابتة اثنان فى المقدمة ترتكز كل شوكة على محور يمر فى العرضة  
بجود مرور يسمح للعرضة الارتفاع والانخفاض من الامام وبالعكس  
حتى ترتفع على المرتفع وتراق الى المنخفض بدون ضغط على القوام  
إذ يظل مستويا نسبيا أما ارتكاز الشوكة من الخلف فهو فى نقطة  
ثابتة واثنين بالفلان ووظ. للتوازن فقط وتلك الشوكة الواحدة مركبة  
على الزحافتين مثل الاماميتين .

ويمكن للسواق ان يربط واحدة او اثنتين من الاربعة عند  
التعرج او لائى غرض آخر حتى يمكنها أن تلف فى مربع ضامه  
يساوى طول الزحافة لان كل زحافة تتصل بجنزير مع تروس الادارة  
ومنايحها بيد السواق .

واذا تتبعتم أثر الزحافة فى التراب (شكل ٨) تأكدتم صدق هذا  
القول وظهر لكم كيف انها تدور فى حيز صغير جدا لا يكاد يصدق  
الانسان فتمشى فى المنعرجات وتنثنى كما نشاء بدون مشقة  
ان تركيب هذه الزحافات على الحفارة يكلف نحو الثمانمائة جنيه



زيادة على ثمنها اذا كانت بمجل يجرى على قضبان ولكن في الحقيقة  
انه يرفع من قيمة الحفارة ويكثر من ايرادها ويسهل استعمالها على

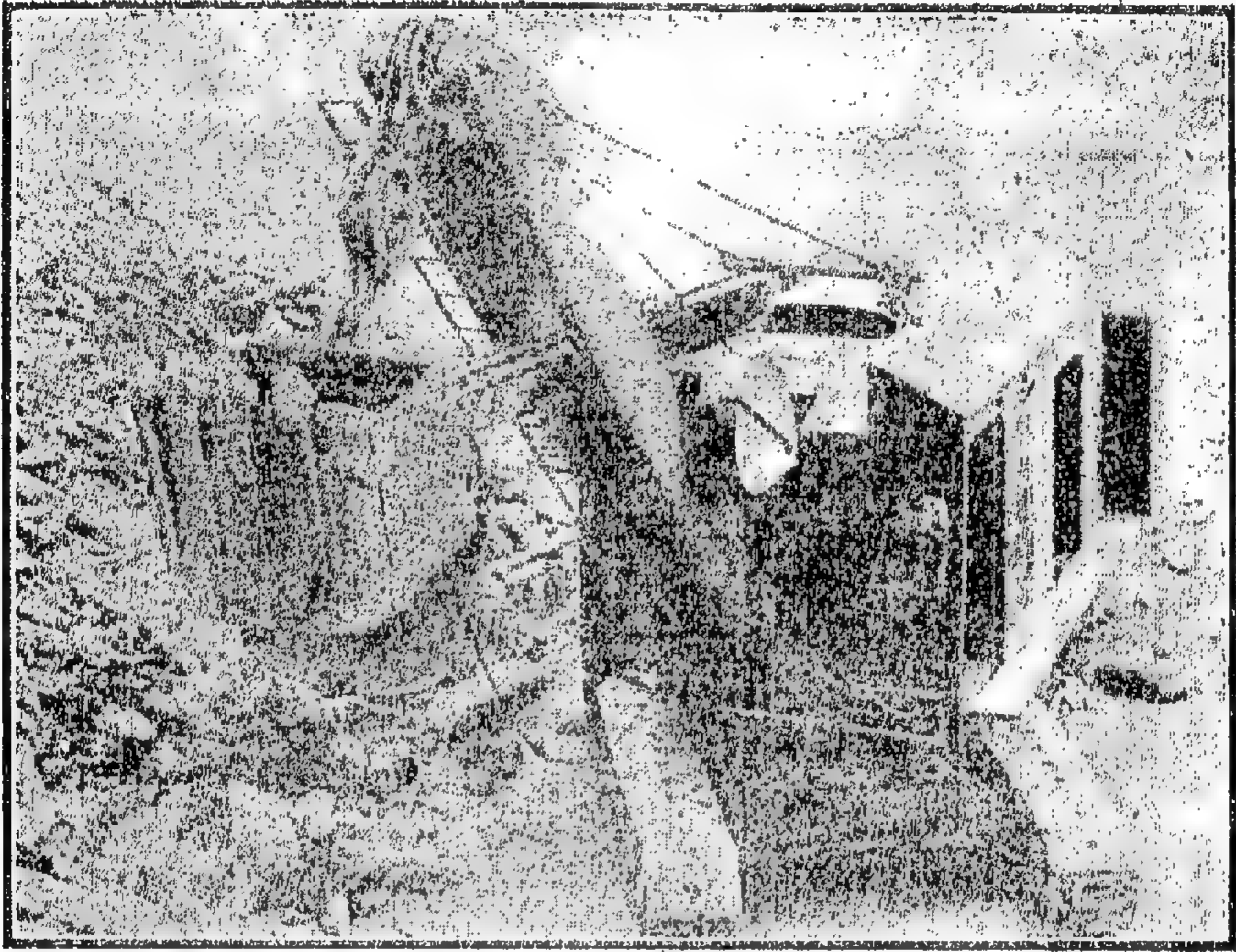


( شكل ٨ )

الترع والمصارف التي ليس لها جسور مستوية هذا فضلا عن مرورها  
في ارض صخرية او مستنقعات ورمال .

لقد عملوا تجارب عدة حتى وصلوا الى درجة الكمال من ذلك  
انه كانت القباقيب ترشم على السلسلة بمسامير برشام فوجدوا أن رؤس  
هذه المسامير قد تآكلت وتخلخلت القباقيب فعمدوا الى صيها كلها  
من الصلب بما فيها الحافة التي تكون داخل السلسلة ثم فتحو فوهة  
في وسط القباقيب لتمسك بالارض كما ترى في كاوش السيارة .

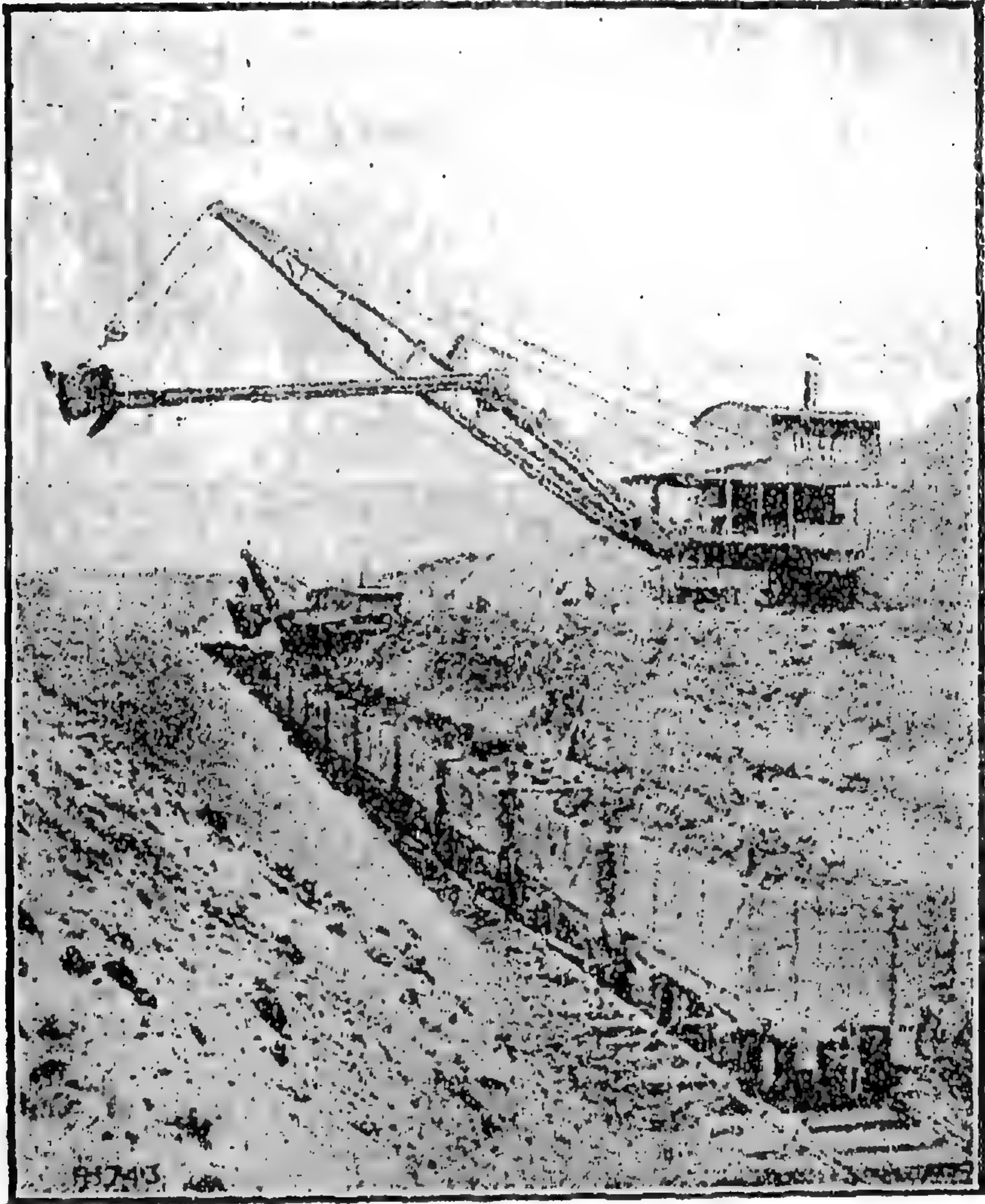
( شكل ٩ )



هذه حجارة أمريكانية صغيرة الحجم يحاذيها ارتفاعها وفي ذلك خطر اذا مرت على ارض غير مستوية إذ تكثر الطباية والتروس معرضة الى ان تصطدم بمرتفعات الطريق ؛ ولها مفتاحان لكل زحافة واحد تربط عند الانشاء في الطريق فيلف حوله الثاني وترى الفتحات في القباقيب السابق ذكرها . يلاحظ ان للماعون اسنانا على شكل الازميل وقد صنعت من الصلب المانجنيز الناشف ( *Manganese steel* ) فهو لا يشق ولا ينحط ولا يعمل فيه الا حجر الجملخ ( *Grinding Wheel* ) لا يستعمل هذا النوع من الامتنان في بلاد الانجبار للاحتجار بل يستعملون لها



المديب وقد استعمل هنا انكالا على قوة الصلب الذى تعمل منه  
الشفة ايضا ، يلاحظ ان على الناتور سلما للعمال وذلك من الكماليات

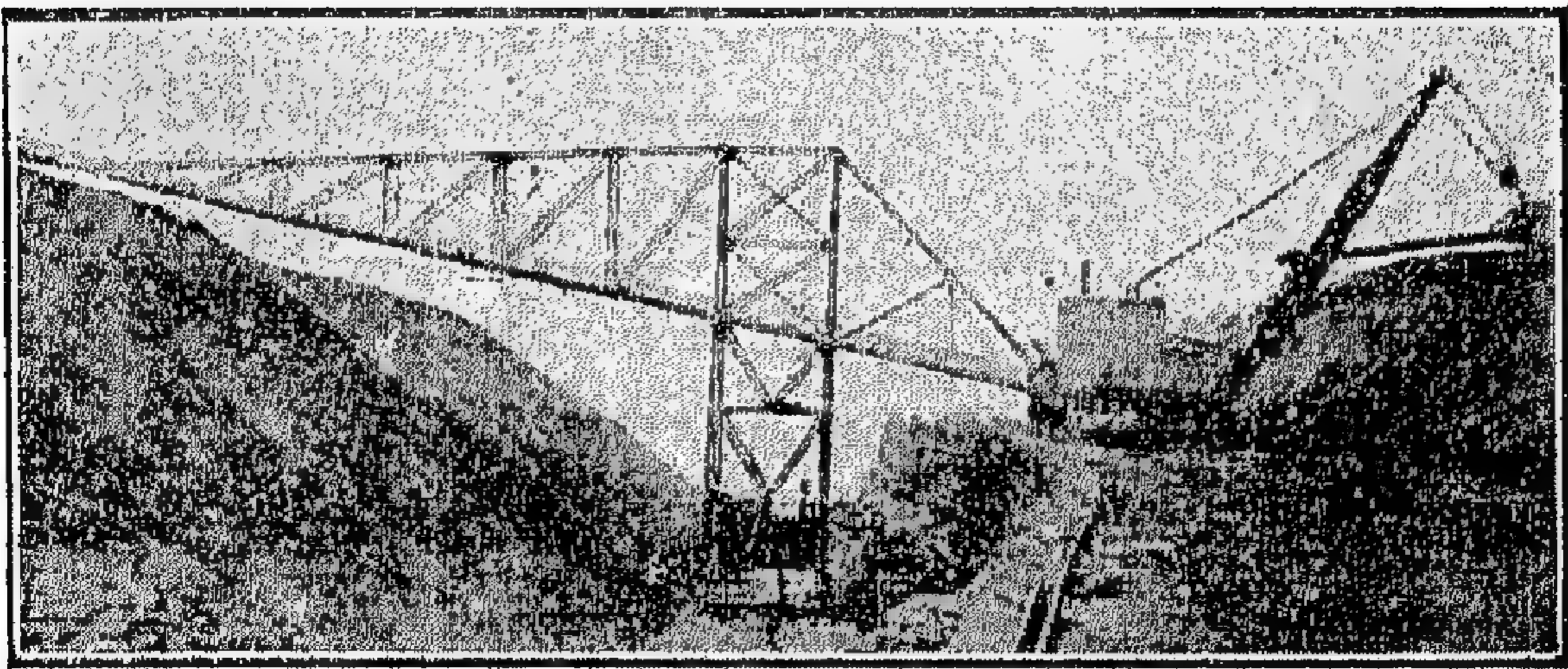
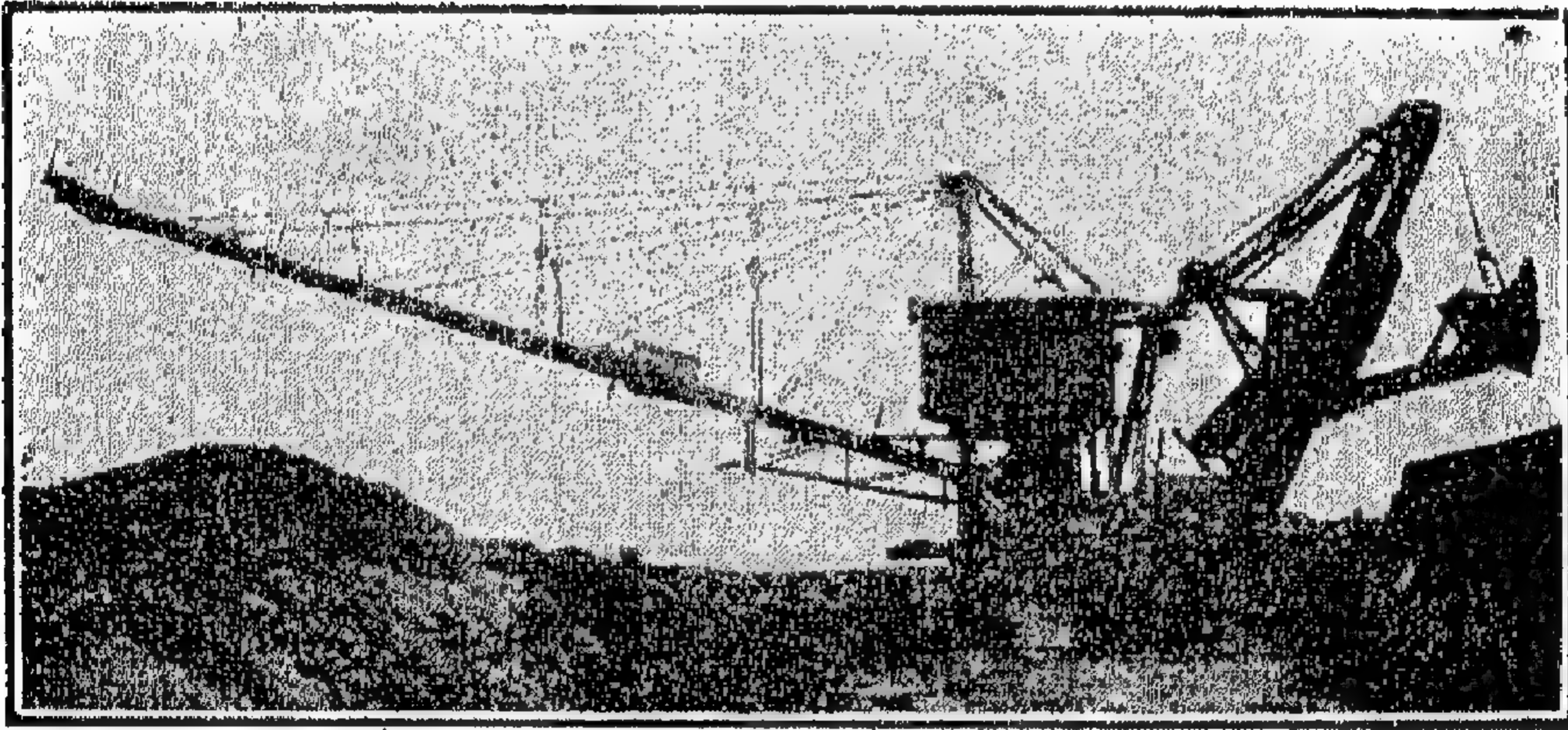


( شكل ١٠ )

نرى حفارتين الاولى تمتاز بطول الناتور والذراع ويبلغ طول  
الاول ٦٠ قدما وهى تشتغل بالتعاون مع الثانية كما يأتى :

تحفر الكبيرة الطبقة الرملية الطبيعية الصالحة للزراعة وتفرغ  
المحفور على الجانب الآخر من السكة الحديد الذي سبق اخذ  
احجار الحديد منه فيصالح ويزرع ثم تحفر الثانية الطبقة الثانية وهي  
المكونة من احجار الحديد ثم تفرغ في عربات السكة الحديد كما ترى  
وبهذه الطريقة لا يتكدت التراب ولا تعطل الزراعة غير مدة محصول  
واحد إذ تشتغل الحفارتان في وقت معاً ويبلغ وزن كل منهما ٥٥  
طنا وسعة الماعون ١٥٥ ياردة مكعبة .

(شكلى ١١ و ١٢)





لقد كان واع المهندسين شديداً في اختراع حفارة بسيطة بناتور  
قصير ولكنها ترمى الحفور بعيداً جداً عنها .  
وترى في الشكلين ١١ و ١٢ أنهم نجحوا في رغبتهم فان هذه الحفارة  
بسيطة مركب عليها ( شكل ١٢ ) كبرى تقال محمول بسواعد القبة  
ويبلغ وزنها ٨٥ طناً وطريقة التفريغ هي كما يأتي :  
بعد ان يبالغ الماعون نهاية القطع ويجر نحو الناتور يفتح بابها اذا  
بالغ الناتور بدلا عن لفة فيندفق الحفور في مزلقان (Chute) ومنها الى  
العربة الموجودة التي عند ملئها تجري على الكبرى الى منتهاه فتفرغ  
محمولها ثم تعود وتلك الحركة تقوم بها العدة التي كانت تانف الحفارة واما  
النقل في ( شكل ١١ ) فانه يفصل عند الانتقال ثم يركب عند العمل  
( شكل ١٣ )

نشرت احدى المجلات الهندسية هذه الصورة فنقلنا لا ريبكم كيف تتعدد مشارب الحفر بحفارة واحدة ولو أنها من الطراز الذى ينف نائوره نصف لفة وعربتها ثابتة وهى امرى كانية تستعمل فى خمسة انواع كما هو مرسوم تحت الحفارة وذلك بتثبيت احد هذه الاجزاء فتكون الآلات الاتى ذكرها :-

( ١ ) حفارة

( ٢ ) ردّام ( *Backfiller* )

( ٣ ) حافر الخندق *Ditcher*

( ٤ ) القشاط *Skinmer*

( ٥ ) الكباش *Clamsbeil*

وقد سبق شرح الحفارة وسيأتى وصف الاربعة الباقية فى حينه .  
الى هنا تنتهى الحفارة البخارية التى لم أعطها المقام الاول على الحفار الدلوى إلا لانها اساس له وانها سبقته الى ميدان العمل ولو اننا أخرج فى مصر اليه منها فوعدنا به المحاضرة القادمة ان رأيتم فى ذلك من الفائدة



وقد لا يخلو من الفائدة ان اقدم لكم جدولاً به بعض المقارنات بين شغل الحفارة وقد اخذت مواقيت الشغل وغيرها من الملاحظات المسمى بارنيز والمستر في (F. H. Livens) سكتورب بدقة تامة

نوع الحفارة	وزن الحفارة بالطن	نوع التربة المحفورة	حجم الماعون بالباردة المربعة	مدة الادارة التي حصصتها فيها النجربة	مدة شغل الحفارة في العمل	سبب ضياع الوقت ومدته بالدقيقة	عدد دورات العمل التامة او عدد القطعات	عدد القطعات في الساعة اذا اعتبر الوقت الضائع	عدد القطعات في الساعة اذا احتسب الوقت الضائع	ناتج العمل بالطن	متوسط وزن القطعة الواحدة بالطن	متوسط وزن ناتج الحفر بالطن في الساعة اذا اعتبرنا الوقت الضائع	متوسط وزن الناتج بالطن اذا احتسب الوقت الضائع
حفارة بخارية	٥٥	احجار الحديد سهلة الحفر	٢٢٧٥	ق ٢ ساعة ٢	ق ١٨ ساعة ١	تنظار عربات الشحن ٣٣ انتقال الحفارة ١١	١٠٩	٥٤	٨٤	٢٥٤	٢٣٤	١٢٥	١٩٦
حفارة بخارية	٥٥	احجار الحديد صعبة الحفر	٢٢٧٥	٥٧ ١	٢٢ ١	تنظار العربات ٢٩ انتقال الحفارة ٦	٩٩	٥١	٧٢	٢٢٨	٢٣٠	١١٧	١٦٧
حفارة بخارية ذات ناوور طويل يفرغ على بعد ٦٠ قدما	٥٦	رمل	١٢٥	٢٩ ١	١٧ ١	انتقال الحفارة ٢٢	١١٠	٧٤	٩٩	١٢٠	١٢١	٨١	١٠٧
حفارة بخارية ومعهما الكوبري النقال	٥٥	تراب صلب وطين	٢٢٧٥	٢٦ ٢	٤٧ ١	انتقال الحفارة والكبرى النقال ٣٩	١٩١	٧٩	١٠٧	٣٨٠	٢	١٥٦	٢١٣
حفارة بخارية ومعهما الكوبري النقال	٤٣	تراب صلب وطين	٢	٢٥ ١	١٧ ١	انتقالهما ٥ انتظار العربات ٣	١٢٦	٨٩	٩٨	٢٢٦	١٢٨	١٦٠	١٧٦
حفارة بخارية مرتبطة بكبرى النقال	٨٥	تراب صلب وزلط ورمال	٢	٣٦ ١	١٦ ١	انتقالهما ٢٠	١٢٩	٨١	١٠٢	١٧٠	١٣٢	١٠٦	١٣٤
حفارة بخارية	١٢٠	احجار الحديد صعبة الحفر جدا	٤	٤١ ١	٥٠ ١	تنظار عربات الشحن ٤٠ تنظار العربات ١٠	٧١	٤٣	٨٥	٢٦٩	٣٢٨	١٦١	٣٢١

قد عمات هذه التجارب على حفارات تشغل بسرعة عادية وينتج حفر عادي ايضا ويلاحظ ان ناتج الحفر في ساعة (الف) يتراوح ما بين ٥٠ الى ٨٥ في المائة مما في الحانة (باء) زعم ذلك قارن ما يشتمله العامل في الساعة الواحدة اذ يحفر ويرفع من التراب الى الصلب او الحجارة: يارده مكعبه ويلدنه مكعبين من الرمل او التراب الخش « وسنقدم لكم في المحاضرة القادمة القارب بين العامل والحفارة من وجهتي العمل والاقتصاد »









مُطَبَّعًا فِي الْهَوَاءِ بِشَيْخِ مُحَمَّدٍ عَلِيِّ الْقَهْلَانِ

بِمُؤَرَّذَاتِ الْكُتُبِ الْخَدِيوَةِ بِمَدِينَةِ عَمَّانِ فِي سَنَةِ